

「原発問題の“ミニミニ?”解説 その11」の《追記》

《強度とヤング係数の齟齬を放置した解析の意味》

<2017. 8. 7>

前号『ミニミニ解説11』で、女川1・2の実際のコンクリートが「高強度」であることの謎について指摘しましたが、その関連での追記をします。

実は、上記原稿作成中の6.15規制委適合性審査で『原子炉建屋の構造的影響評価について』が報告されていましたが<6.15資料1-4：全472枚>、目を通す余裕は全くなく、一切触れませんでした。そこで、一段落した最近見てみたところ、東北電力は、「初期剛性低下の要因として、耐震壁等の構造的損傷や支持基盤の剛性低下が関与しているかどうか」を検討する目的で「地震によって受けた原子炉建屋の構造的影響を評価」していましたが<6.15資料1-4本文：4頁。下線筆者、以下同じ>。

具体的には、耐震壁について、設計時点で弾性設計用地震動（基準地震動S1）に対し建築基準法の「許容応力度設計」を行っており、それは「コンクリートのひび割れや剛性低下を部分的に認めながら、計算した応力が鉄筋などの許容応力度を越（マ）えないこと」を求めているとして、「鉄筋損傷を示唆する過度なひび割れが発生していないかどうか」を確認しています<同：5頁>。

そして、「耐震壁の点検、解析結果の両面から」から「建屋の鉄筋コンクリート部材は弾性設計用地震動（S1）に対する許容応力度設計の範囲内であることが確認された」ので、「初期剛性低下の要因としては、少なくとも支持基盤の剛性低下や構造的損傷が原因では無いと判断される」として、「今後、その他の候補（材料の特性等に起因する影響等）について検討した結果を示して行く」と確約しています<同：74頁>。ですから「今後」に期待するしかありませんが、結局は、前々号『ミニミニ解説10』で可能性を指摘した、「内部ひび割れ」や「乾燥収縮ひび割れ」が原因、ということに落ち着くのではないのでしょうか。

それはさておき、前号『ミニミニ解説11』で、実際のコンクリートの『高強度』測定値を解析に反映させていないことを批判しましたが、東北電力様、失礼いたしました。<6.15資料1-4>の「添付4 3次元FEM非線形モデルによるシミュレーション解析」で、「コンクリートの圧縮強度は、コア調査結果を基に設定した」として、設計基準強度の「32.4」ではなく「56.6（最大値）」が用いられていました<271枚目の添付4-2-3頁：以下「単位」は省略>。

第2.2-1表 解析コードに入力した材料物性値
(1) コンクリート物性

項目		物性値	
圧縮強度(N/mm ²) ^{※1}		56.6	
初期剛性(N/mm ²) ^{※1}	東西壁	上部	2.00×10 ⁴
		下部	3.34×10 ⁴
	南北壁	上部	2.65×10 ⁴
		下部	3.34×10 ⁴
屋根スラブ		3.34×10 ⁴	
引張強度(N/mm ²) ^{※1}	東西壁	上部	1.144
		下部	1.144
	南北壁	上部	0.572
		下部	0.572
屋根スラブ		1.144	
ポアソン比(-)		0.2	

※1 有効桁3桁に四捨五入。

でも、その一方で、初期剛性を表わす「ヤング係数」は、「剛性低下」などによる「振動特性変化に基づき設定した」として、「 $2.0 \sim 3.34 \times 10^4$ 」が採用されています。

ちなみに、設計基準強度「32.4」と実測値「56.6」から、東北電力も依拠した『鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（1999・2010）』記載の「2つの式（強度によって使い分け）」から筆者が計算したヤング係数は、前者で「 2.67×10^4 」（強度「36以下」の式：後述のヤング係数設計値26500に対応）、後者で「 3.15×10^4 」（強度「36より大」の式）となり、逆に「 2.00×10^4 」～「 3.34×10^4 」から逆算したコンクリート強度は「18.1」～「67.5」（強度「48以上」を考慮すると「59.5」）となります。

このような“値のばらつき”から、「添付4」の解析は、“つじつまの合わない”コンクリート強度やヤング係数を（適切にではなく）“適当に”設定したものの、ということになるのではないのでしょうか。結論として、鉄筋の「解析ひずみ」は「降伏ひずみ」の最大40%なので「鉄筋は降伏していないと判断できる」と述べていますが<277枚目の添付4-3-5頁>、素人の筆者には、このような“つじつまの合わない”解析自体にどれほどの信ぴょう性があるのか、理解できません。

一方、「添付6 3次元FEM等価線形モデルによるシミュレーション解析」では、設計値ヤング係数「 2.65×10^4 （ 26.4×10^3 ）」に対して、それ以下の「 $7.94 \sim 21.18 \times 10^3$ 」を用いています

が<300枚目の添付6-2-4頁>、上記同様に逆算すると、強度は「2.9～20.3」という信じられない値となります（それだけコンクリートが「損傷を被った・被っていた」ということなのでしょう）。やはりこのような“現実離れた”物性値を用いた解析にどんな意味があるのか、疑問を感じます。

コンピューターは、どんなに“おかしい数値・非現実的な数値”が入力されても、忠実に計算して結果を出してくれますが、それを「観測記録と概ね整合することを確認した」<332枚目の添付6-3-1頁>という東北電力お得意の“主観的判断”で正当化しても、現実の原子炉建屋の健全性を証明するものにはならないと思います（少なくとも、ある程度の幅のばらつきを考慮したとしても、現実のコンクリート強度やそれに基づくヤング係数を用いた解析を行なうことが必要なのではないのでしょうか）。

以上について、ぜひ検討会の専門家に詳しく検討・解説してもらいたいと思います
<了>

第2.1-2表 解析モデルに用いる物性値（水平方向）

材 料		方 向	ヤング係数 E (N/mm ²)	せん断弾性係数 G (N/mm ²)	減衰定数 h (%)
コ ン ク リ ー ト	O. P. +50.5m ～	NS	7.94×10^3	3.41×10^3	7
	O. P. +33.2m	EW	13.24×10^3	5.69×10^3	7
	O. P. +33.2m ～	NS	19.86×10^3	8.53×10^3	7
	O. P. -8.1m	EW	21.18×10^3	9.10×10^3	7
鉄 骨			20.59×10^4	7.94×10^4	2

注記：設計値 ヤング係数 2.65×10^4 N/mm²
せん断弾性係数 1.14×10^4 N/mm²